



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Off nl gungsschrift  
10 DE 199 15 207 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 16 D 48/06  
B 60 K 23/02  
B 60 K 25/00  
B 60 K 41/02

21 Aktenzeichen: 199 15 207.1  
22 Anmeldetag: 3. 4. 1999  
43 Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 199 15 207 A 1

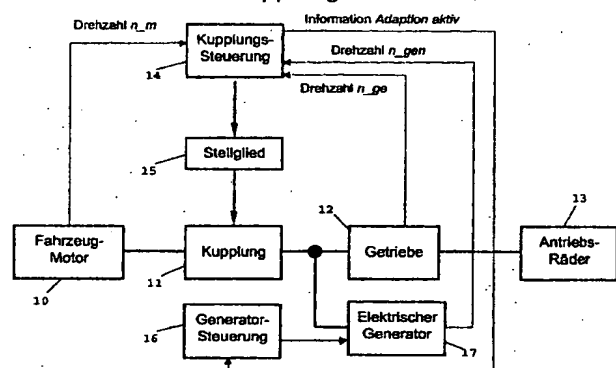
71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Loeffler, Juergen, 71364 Winnenden, DE; Bolz,  
Martin-Peter, 71720 Oberstenfeld, DE; Huelser,  
Holger, Dr., 70329 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Greifpunktes bei einer Servokupplung

57 Die Erfindung geht von einem Verfahren bzw. einer Vorrichtung zur Ermittlung des Greifpunktes einer steuerbaren Servokupplung aus. Die Servokupplung ist dabei im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges zusammen mit einem Fahrzeugmotor und einem Getriebe angeordnet und weist eine Eingangs- und Ausgangswelle auf. Wie schon eingangs beschrieben wird durch die Ausgangswelle der Servokupplung ein steuerbares Nebenaggregat, insbesondere ein elektrischer Generator, angetrieben. Weiterhin wird eine die Drehzahl der Ausgangswelle repräsentierende Drehzahlgröße erfaßt. Der Kern der Erfindung besteht darin, daß ein vorgebbare oder vorgegebener Betriebszustand des Antriebsstrangs erfaßt oder eingestellt wird. In Reaktion auf die Erfassung oder Einstellung des Betriebszustandes wird dann das Nebenaggregat und die Servokupplung in vorgebbare oder vorgegebene Weise angesteuert. Während dieser Ansteuerung wird wenigstens abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße der Greifpunkt ermittelt. Vorteilhafterweise wird also in die erfindungsgemäße Kupplungsadaptation das Nebenaggregat integriert.



DE 199 15 207 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung von einem System mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 beziehungsweise des Anspruchs 14.

Automatische Kupplungen bzw. Servokupplungen sind beispielsweise bekannt aus "Kraftfahrttechnisches Taschenbuch", Auflage 1991, Seiten 538 und 539. Servokupplungen bieten in Verbindung mit elektronischen Steuergeräten entweder einen automatisierten Anfahrvorgang oder, zusammen mit servobetätigten Schaltgetrieben, ein vollautomatisches Getriebe. Bei solchen Kupplungen wird das Öffnen und Schließen der Kupplung im allgemeinen durch einen Servoantrieb getätigt. Die Ansteuerung dieses Servoantriebs sollte dabei ein gewünschtes Kupplungsmoment realisieren.

Hierzu muß aber der Zusammenhang zwischen der Verstellung des Servomotors und dem von der Kupplung zu übertragenden Moment bekannt sein.

Bei solchen Fahrzeugen mit elektronischem Kupplungsmanagement muß ständig die gesamte Kennlinie, die den Zusammenhang zwischen der Position des Servomotors und dem übertragbaren Moment beschreibt, adaptiert werden. Dies wird, wie beispielsweise in der DE 195 40 921 A beschrieben, in den Bereichen mittlerer bis hin zu starken Momenten dadurch gut erledigt, daß im normalen Fahrbetrieb die Kupplung langsam so weit geöffnet wird, bis sich zwischen den Drehzahlen von Ein- und Ausgangswelle der Kupplung eine meßbare Differenz ergibt. Das bei Auftreten der Drehzahldifferenz vom Motor gemeldete Motorausgangsmoment ist das zu dieser Position des Servomotors gehörige übertragbare Kupplungsmoment. Schwierig anzuwenden ist dieses Verfahren bei sehr geringen Momenten, da die Kupplungskennlinie bei geringen Momenten sehr flach ist. Insbesondere der Punkt, an dem die Kupplung anfängt, ein Moment zu übertragen, der sogenannte Greifpunkt, ist nur schwer zu bestimmen, obwohl er sowohl für das Anfahren als auch für komfortable Schaltvorgänge von großem Interesse ist.

Weiterhin kann zur Adaption der Kupplung bei Fahrzeugstillstand und eingelegtem Getriebegang die Kupplung etwas geschlossen werden, bis sich das Moment oder die Drehzahl des Motors ändert. Darüber hinaus kann bei Fahrzeugstillstand und nicht eingelegtem Getriebegang die Kupplung etwas geschlossen werden, bis es zu einer bestimmten Änderung der Motordrehzahl kommt.

Die DE 197 12 871 A beschreibt ein Verfahren zur Adaption der Kupplungskennlinie im Bereich sehr kleiner Momente, indem bei Vorliegen vorgegebener Betriebsbedingungen die Betriebsparameter des Fahrzeugmotors derart eingestellt werden, daß die Ausgangsleistung des Fahrzeugmotors im wesentlichen konstant ist.

Wird im Fahrzeug jedoch ein Nebenaggregat, beispielsweise der elektrische Generator, der auch als kombinierter Starter-Generator ausgeführt sein kann, mit der Eingangswelle des Getriebes verbunden statt, wie üblich, mit der Kurbelwelle des Fahrzeugmotors, kann bei ruhender Eingangswelle des Getriebes keine elektrische Energie erzeugt werden. Soll auch beim Stillstand des Fahrzeugs noch elektrische Energie erzeugt werden, setzt diese Anordnung voraus, daß beim Stillstand des Fahrzeugs die Kupplung geschlossen ist, damit sich die Eingangswelle des Getriebes mit der Drehzahl des Fahrzeugmotors dreht. Damit das Fahrzeug steht, muß in dieser Anordnung dann das Getriebe in eine Stellung gebracht werden, wo keine Kraft vom Fahrzeugmotor auf die Antriebsräder übertragen werden kann

(Neutralposition).

Bei den oben beschriebenen Verfahren zur Adaption der Kupplung wird jedoch vorausgesetzt, daß beim Fahrzeugstillstand die Kupplung den überwiegenden Teil der Zeit geöffnet ist oder gar ein Gang im Getriebe eingelegt ist. Die Erfindung beschreibt eine Adaption, die auch dann funktionieren, wenn beim Fahrzeugstillstand die Kupplung im wesentlichen geschlossen ist, damit der elektrische Generator arbeiten kann. Darüber hinaus ergeben sich durch den elektrischen Generator, der wie schon erwähnt auch als kombinierter Starter-Generator ausgeführt sein kann und der mit der Eingangswelle des Getriebes verbunden ist, neue Möglichkeiten für eine verbesserte Adaption der Kupplungskennlinie.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindungsmeldung besteht also in der optimalen Kupplungsadaption, wenn solch ein Nebenaggregat mit der Ausgangswelle der Kupplung bzw. der Getriebeeingangswelle verbunden ist.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 14 gelöst.

## Vorteile der Erfindung

Wie erwähnt geht die Erfindung aus von einem Verfahren bzw. einer Vorrichtung zur Ermittlung des Greifpunktes einer steuerbaren Servokupplung. Die Servokupplung ist dabei im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs zusammen mit einem Fahrzeugmotor und einem Getriebe angeordnet und weist eine Eingangs- und Ausgangswelle auf. Wie schon eingangs beschrieben wird durch die Ausgangswelle der Servokupplung ein steuerbares Nebenaggregat, insbesondere ein elektrischer Generator, angetrieben. Weiterhin wird eine die Drehzahl der Ausgangswelle repräsentierende Drehzahlgröße erfaßt.

Der Kern der Erfindung besteht darin, daß ein vorgegebener oder vorgegebener Betriebszustand des Antriebsstrangs erfaßt oder eingestellt wird. In Reaktion auf die Erfassung oder Einstellung des Betriebszustandes wird dann das Nebenaggregat und die Servokupplung in vorgegebener oder vorgegebener Weise angesteuert. Während dieser Ansteuerung wird wenigstens abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße der Greifpunkt ermittelt. Vorteilhafterweise wird also in die erfindungsgemäße Kupplungsadaption das Nebenaggregat integriert.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in Unteransprüchen zu entnehmen und detailliert im Rahmen der Ausführungsbeispiele beschrieben.

Eine erste Ausgestaltung der Erfindung behandelt die Ermittlung des Greifpunktes und damit die Adaption im Normalbetrieb des Fahrzeugs bei kleineren Kupplungsmomenten, während eine zweite Ausgestaltung die Adaption im Normalbetrieb des Fahrzeugs im Bereich größerer Kupplungsmomente beinhaltet. Eine dritte Ausgestaltung betrifft die Ermittlung der Greifpunktes bzw. die Adaption bei der Inbetriebnahme oder im Servicefall, beispielsweise in einer Werkstatt.

Die Erfindung gemäß der ersten Ausgestaltung erlaubt die Adaption des Greifpunktes einer über ein Stellglied von einer elektronischen Steuerung betätigten Kupplung im Antrieb eines Kraftfahrzeugs auch dann, wenn beim Stillstand des Fahrzeugs diese Kupplung geschlossen ist und dafür das Getriebe in Neutralposition ist. Bisherige Verfahren erlauben die Adaption des Greifpunktes lediglich dann, wenn beim Stillstand des Fahrzeugs die Kupplung geöffnet ist. Diese Adaption ist zur komfortablen und schnellen Ansteuerung solch einer Kupplung erforderlich. Das Schließen der Kupplung beim Stillstand des Fahrzeugs wird, wie erwähnt, insbesondere dann eingesetzt, wenn der elektrische Generator

nicht mehr, wie bisher meist üblich, mit der Kurbelwelle des Fahrzeugmotors, sondern mit der Eingangswelle des Getriebes verbunden ist.

Die Erfindung gemäß der zweiten Ausgestaltung ermöglicht die genaue Adaption der Kupplungskennlinie in möglichst vielen Betriebspunkten, also auch im Bereich höherer Kupplungsmomente, und ist somit wichtig für die komfortable Ansteuerung einer Servokupplung.

Durch die Erfindung gemäß der dritten Ausgestaltung ermöglicht bei Fahrzeugen mit einer automatisierten Kupplung und einem kupplungsausgangsseitig angebrachten Nebenaggregat, die Kupplungskennlinie individuell für jedes Exemplar aufzunehmen. Damit lassen sich Fertigungstoleranzen und Streuungen im Reibbelag der Kupplung schon bei der Inbetriebnahme erfassen und in der Kennlinie geeignet bekämpfen. Außerdem läßt sich bei jeder Inspektion die Alterung und der Verschleiß der Kupplung ausgleichen. Eine im Betrieb nachgeschaltete Adaption muß weniger ausgleichen und kann das dann um so präziser. Da die genaue Kenntnis über den Verlauf der Kupplungskennlinie in möglichst vielen Betriebspunkten wichtig für die komfortable Ansteuerung einer Servokupplung ist, kann durch das erfindungsgemäße Verfahren der Komfort solcher Kupplungen entscheidend verbessert werden.

#### Zeichnung

Die Fig. 1a, b und c zeigen zu den drei Ausführungsformen der Erfindung schematisch den Antriebsstrang eines Fahrzeugs mit der zugehörigen Kupplungssteuerung. Die Fig. 2, 3, 5 und 6 stellen Ablaufdiagramme der verschiedenen Ausführungsformen dar. In der Fig. 4 ist ein zeitlicher Ablauf einer Adaption zu sehen, während die Fig. 7 beispielhaft eine Kupplungskennlinie offenbart.

#### Ausführungsbeispiel

Anhand der im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele soll die Erfindung verdeutlicht werden.

Den grundsätzlichen Aufbau des Antriebsstrangs eines Fahrzeugs zeigen die Fig. 1a, b und c. Zwischen dem Fahrzeugmotor 10 und dem Getriebe 12 befindet sich eine Servokupplung 11, die über ein Stellglied 15 von einer elektronischen Kupplungssteuerung 14 gesteuert wird. Das Stellglied 15 ist in der Lage, den Abstand der (nicht dargestellten) Kupplungsscheiben und damit das übertragbare Drehmoment der Kupplung 11 einzustellen. Das Getriebe 12 mit einer Ein- und einer Ausgangswelle leitet das Drehmoment des Fahrzeugmotors 10 auf die Antriebsräder 13. Durch die Ausgangswelle der Kupplung 11 wird ein elektrischer Generator 17, der auch als kombinierter Starter-Generator ausgeführt sein kann, angetrieben. Der elektrische Generator 17 verfügt über eine elektronische Steuerung 16, die zumindest die Last des Generators und damit das Drehmoment, das an der Eingangswelle des Getriebes abgenommen wird, beeinflussen kann. Zudem verfügt der elektrische Generator über eine Einrichtung zur Erfassung seiner Drehzahl  $n_{gen}$ .

Für die Erfindung ist die Art der Verbindung des elektrischen Generators 17 mit der Eingangswelle des Getriebes 12 unerheblich. Diese Verbindung kann starr, über einen Keilriemen oder auch durch ein weiteres, evtl. umschaltbares, Getriebe ausgeführt sein.

Die Übersetzung  $u_{gen}$  zwischen der Drehzahl  $n_{ge}$  der Eingangswelle des Getriebes 12 und der Drehzahl  $n_{gen}$  des elektrischen Generators 17 kann als bekannt vorausgesetzt werden.

Der Kupplungssteuerung 14 wird die Drehzahl  $n_{ge}$  der Getriebeeingangswelle bzw. der Ausgangswelle der Kupp-

lung, die Generatordrehzahl  $n_{gen}$  und die Motorausgangsdrehzahl  $n_m$  zugeführt.

Darüber hinaus ist in den Fig. 1b und 1c mit dem Bezugszeichen 18 eine Motor-Steuerung bezeichnet, die zur Einstellung eines bestimmten Motormoments oder einer bestimmten Motorausgangsdrehzahl  $n_m$  soll angesteuert werden kann. Der Kupplungssteuerung 14 werden weiterhin das momentane Motormoment  $md_{ma}$  und die Motordrehzahl  $n_m$  zugeführt.

In den Fig. 1b und 1c kann die Generator-Steuerung 16 zur Einstellung eines Generatormoments  $md_{gen}$  oder einer Generator-Momentenerhöhung  $md_{gen\_delta}$  angesteuert werden.

#### 1. Zur ersten Ausführungsform der Erfindung

##### 1a) Zur Ermittlung des Greifpunkts

Die Ermittlung des Greifpunkts (der Punkt, an dem die Kupplung anfängt, ein Moment zu übertragen) der Kupplung 11 erfolgt vorteilhafterweise in Situationen, wo über die Kupplung kein oder nur ein sehr geringes Drehmoment übertragen werden soll. Solche Situationen treten in der Regel beim Stillstand des Fahrzeugs auf. Eine vertiefte Diskussion der Situationen, in denen der Greifpunkt ermittelt werden kann, erfolgt im Abschnitt 1b.

Die Fig. 2 zeigt einen ersten Ablauf einer Greifpunktbestimmung. Nach dem Startschritt 21 wird zunächst im Schritt 22 überprüft, ob eine Situation vorliegt, wo das Getriebe 12 in Neutralstellung ist und die Kupplung 11 das Drehmoment des Fahrzeugmotors 10 vollständig an die Eingangswelle des Getriebes 12 und den elektrischen Generator 17 übertragen kann. Ist dies nicht der Fall (Abfrageergebnis "nein" im Schritt 22), so wird keine Adaption vorgenommen. Ist dies der Fall, so wird zum Schritt 23 übergegangen.

Wegen der Neutralstellung des Getriebes 12 kann kein Drehmoment an die Antriebsräder 13 übertragen werden. Nun überträgt die Kupplungssteuerung 14 ein Signal "Adaption aktiv" an die Generatorsteuerung 16, um dieser mitzuteilen, daß eine Adaption des Greifpunkts aktiv ist. Die Generatorsteuerung 16 steuert daraufhin im Schritt 23 den elektrischen Generator 17 so, daß er die Eingangswelle des Getriebes 12, die fest mit der Ausgangswelle der Kupplung 11 verbunden ist, mit einem kleinen Drehmoment (typischerweise in der Größenordnung 1-3 Nm) belastet.

Darüber hinaus öffnet im Schritt 23 die Kupplungssteuerung 14 über das Stellglied 15 die Kupplung 11 langsam, d. h. sie vergrößert langsam den Abstand zwischen den Kupplungsscheiben.

Hierzu kann die Position des Stellglieds ausgehend von der aktuellen Position mit einer Rampe langsam vergrößert und damit die Kupplung geöffnet werden. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, die Position des Stellglieds ausgehend von der aktuellen Position zunächst schnell in einen applizierbaren Abstand vor dem letzten gespeicherten Greifpunkt zu fahren (wo die Kupplung noch sicher geschlossen ist) und sie erst dann mit einer Rampe langsam zu vergrößern. Auf diese Weise erfolgt die gesamte Adaption schneller.

Da nun nach Voraussetzung der Generator 17 belastet ist und das benötigte Drehmoment ab einer bestimmten Position des Stellglieds 15 nicht mehr von der Kupplung 11 übertragen werden kann, wird die Drehzahl  $n_{gen}$  des elektrischen Generators (und damit verbunden auch die Drehzahl  $n_{ge}$  der Eingangswelle des Getriebes) absinken. Dies wird durch die erste "und/oder"-Verknüpfung ( $dn_{gen}/dt < Schwelle2 < 0$ ) im Schritt 24 überprüft.

Sobald ein Absinken in der Drehzahl des elektrischen Generators registriert wird, wird im Schritt 25 die aktuelle Po-

sition des Stellglieds in der Kupplungssteuerung als Greifpunkt gespeichert und die Generatorsteuerung angewiesen, wieder auf Normalbetrieb zu gehen. Die Kupplung wird wieder fest geschlossen. Nach dem Endschrift 26 wird der in der Fig. 2 gezeigte Ablauf erneut gestartet.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird nicht die aktuelle Position des Stellglieds als neuer Greifpunkt in der Kupplungssteuerung gespeichert, sondern der in der Kupplungssteuerung gespeicherte Greifpunkt wird nur gemäß der Abweichung zwischen der aktuellen Position des Stellglieds und dem letzten gespeicherten Greifpunkt verändert.

Zur Erkennung des Greifpunkts gibt es mehrere Verfahren (weitere im Schritt 24 gezeigte "und/oder"-Verknüpfung)

1. Es kann geprüft werden, ob der Betrag der Differenz zwischen der Drehzahl des elektrischen Generators und der Drehzahl des Fahrzeugmotors, dividiert durch die Übersetzung des elektrischen Generators, größer ist als eine applizierbare Schwelle.

$$(|n_m - (n_{gen}/u_{gen})| > \text{Schwelle1} ?)$$

2. Alternativ oder zusätzlich kann geprüft werden, ob der Gradient der Drehzahl des elektrischen Generators kleiner als eine applizierbare (negative) Schwelle2 ist.

$$(dn_{gen}/dt < \text{Schwelle2} < 0 ?)$$

3. Verfügt das Fahrzeug über eine Vorrichtung zur Erfassung der Drehzahl der Eingangswelle des Getriebes, kann alternativ auch geprüft werden, ob der Betrag der Differenz zwischen der Drehzahl des Fahrzeugmotors und der Drehzahl der Eingangswelle des Getriebes größer ist als eine applizierbare Schwelle1.

$$(|n_m - n_{gel}| > \text{Schwelle1} ?)$$

4. Alternativ oder zusätzlich kann geprüft werden, ob der Gradient der Drehzahl der Eingangswelle des Getriebes kleiner als eine applizierbare (negative) Schwelle3 ist.

$$(dn_{ge}/dt < \text{Schwelle3} < 0 ?)$$

5. Da zu Beginn der Adaption der Fahrzeugmotor durch die Last des elektrischen Generators belastet ist, wird der Fahrzeugmotor durch das Öffnen der Kupplung entlastet und seine Drehzahl steigt kurzfristig an. Deshalb kann auch die Bedingung, daß der Gradient der Drehzahl des Fahrzeugmotors größer als eine applizierbare (positive) Schwelle4 ist, zur Detektion des Greifpunkts herangezogen werden.

$$(dn_m/dt > \text{Schwelle4} > 0).$$

6. Da während der Adaption des Greifpunkts das Getriebe in Neutralposition ist, kann durch das Öffnen der Kupplung die Drehzahl der Eingangswelle des Getriebes und die damit verbundene Drehzahl des elektrischen Generators nur absinken. Deshalb kann auf die Bildung des Absolutbetrages in den Punkten 1 und 3 auch verzichtet werden.

7. Verfügt der Fahrzeugmotor über eine präzise Regelung seiner Drehzahl und Mittel zur Erfassung des von ihm abgegebenen Drehmoments, kann auch ein Anstieg des Drehmoments des Fahrzeugmotors zum Er-

kennen des Greifpunkts dienen.

8. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung wird anhand der Fig. 3 dargestellt. Die Schritte 31, 32, 33 und 34 entsprechen dabei den schon beschriebenen Schritten 21, 22, 23 und 24. Beim Vorliegen der Bedingungen 1 bis 5 (einzeln oder in Kombination) wird allerdings zunächst die aktuelle Position des Stellglieds noch nicht als Greifpunkt abgespeichert, sondern die Kupplung wieder geschlossen (Schritt 35). Hierzu kann entweder die gleiche Rampe wie zum Öffnen eingesetzt werden, wobei lediglich das Vorzeichen des Gradienten vertauscht wird. Besonders vorteilhaft ist es hier jedoch, das Stellglied so anzusteuern, daß die Kupplung schneller wieder geschlossen wird, als sie vorher geöffnet wurde.

In dieser Variante wird die aktuelle Position des Stellglieds erst dann im Schritt 37 als Greifpunkt gespeichert, wenn folgende Situationen (einzeln oder in Kombination) vorliegen (Schritt 36):

- $|n_m - (n_{gen}/u_{gen})| < \text{Schwelle1} ?$
- $dn_{gen}/dt > -\text{Schwelle2} > 0 ?$
- $|n_m - n_{gel}| < \text{Schwelle1} ?$
- $dn_{ge}/dt > -\text{Schwelle3} > 0 ?$
- $dn_m/dt < -\text{Schwelle4} < 0$
- das abgegebene Drehmoment des Fahrzeugmotors sinkt

Nach dem Abspeichern des Greifpunkts in der Kupplungssteuerung wird die Generatorsteuerung wieder angewiesen, auf Normalbetrieb zu gehen. Die Kupplung wird wieder fest geschlossen. Nach dem Endschrift 38 wird der in der Fig. 3 gezeigte Ablauf erneut gestartet.

Die Fig. 4 zeigt schematisch die Position des Kupplungsstellers 15 während einer Adaption nach dem in Punkt B beschriebenen Verfahren. Hierbei wird davon ausgegangen, daß die Kupplung bei kleinen Werten der Position des Stellglieds geschlossen und bei großen Werten geöffnet ist. Hierzu ist in der Fig. 4 die zeitliche Änderung der Position des Stellgliedes 15 aufgezeichnet.

Zum Zeitpunkt t1 beginnt die Adaption und das Stellglied wird schnell auf eine Position vor dem letzten adaptierten Greifpunkt gefahren. Zum Zeitpunkt t2 ist diese Position erreicht und das Stellglied öffnet langsam die Kupplung weiter. Zum Zeitpunkt t3 ist eine der oben genannten Bedingungen erfüllt, z. B. eine hinreichend große Differenz zwischen den Drehzahlen von Fahrzeugmotor und der Eingangswelle des Getriebes. Nun wird die Kupplung wieder geschlossen, d. h. das Stellglied verringert den Abstand der Kupplungsscheiben wieder. Zum Zeitpunkt t4 wird der Greifpunkt erkannt, z. B. weil die Differenz der genannten Drehzahlen wieder klein genug ist. Jetzt wird die aktuelle Position des Stellglieds als neuer Greifpunkt gespeichert oder der gespeicherte Greifpunkt entsprechend der Abweichung modifiziert. Anschließend fährt das Stellglied wieder eine Position an, wo die Kupplung wieder sicher geschlossen ist.

- 1b) Zur Ermittlung der Situationen, in denen der Greifpunkt ermittelt werden kann

Die Adaption des Greifpunkts der Kupplung nach dem oben erläuterten Verfahren kann nur erfolgen, wenn kein Drehmoment vom Fahrzeugmotor 10 auf die Antriebsräder 13 geleitet wird. Um die Adaption korrekt durchzuführen, sollte sie nur in Situationen beginnen, in denen auch für die nähere Zukunft nicht damit gerechnet werden kann, daß ein Drehmoment vom Fahrzeugmotor 10 auf die Antriebsräder

13 geleitet werden soll. Dies ist beispielsweise bei Stillstand des Fahrzeugs mit betätigter Bremse der Fall. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn die Adaption des Greifpunkts abgebrochen wird, sobald die Bremse nicht mehr betätigt ist. Hierbei können Signale sowohl von der Betriebsbremse als auch von der Feststellbremse des Fahrzeugs ausgewertet werden. Weiterhin ist es vorteilhaft, die Adaption abbrechen, sobald eine Forderung nach Drehmoment an den Antriebsstrang gestellt wird. Diese Forderung kann z. B. erkannt werden, wenn der Fahrer das Fahrpedal betätigt oder ein Fahrautomat (z. B. Abstandsradaranlage ACC) eine entsprechende Forderung stellt.

Da in einigen Varianten der Erfindung der Gradient der Drehzahl des Fahrzeugmotors oder der Gradient der Drehzahl der Eingangswelle des Getriebes oder der Gradient der Drehzahl des elektrischen Generators ausgewertet wird, ist es besonders vorteilhaft, mit der Adaption nur dann zu beginnen, wenn diese Gradienten vom Betrage her kleiner als eine applizierbare Schwelle sind. Die Schwellen können für die verschiedenen Drehzahlen unterschiedlich hoch sein. Diese Gradienten können einzeln oder in Kombination ausgewertet werden. Die einzelnen Bedingungen sind in den beiden folgenden Abschnitten noch einmal detailliert zusammengefaßt.

- Zur Ermittlung der Situationen, die vor und während der Adaption vorliegen müssen:

Zwingend erforderlich ist, daß sich das Getriebe 12 in Neutralposition befindet. Weiterhin muß bei Beginn einer Adaption die Kupplung geschlossen sein. Optional kann gefordert werden, daß die Bremse betätigt ist (Betriebsbremse und/oder Feststellbremse) und/oder, daß kein Wunsch nach Antriebsmoment besteht (erkennbar z. B. an unbetätigtem Fahrpedal oder nicht-positiver Momentenforderung eines Fahrautomaten wie etwa ACC). Sobald eine der oben genannten Bedingungen nicht mehr erfüllt ist, wird die Adaption des Greifpunkts abgebrochen.

- Zur Ermittlung der Situationen, die vor Beginn der Adaption vorliegen sollen:

Zusätzlich ist es vorteilhaft, vor Beginn einer Adaption des Greifpunkts der Kupplung zu prüfen, ob

- der Betrag des Gradienten der Drehzahl des Fahrzeugmotors kleiner einer applizierbaren Schwelle ist und/oder
- der Betrag des Gradienten der Drehzahl des elektrischen Generators kleiner einer weiteren applizierbaren Schwelle ist und/oder
- der Betrag des Gradienten der Drehzahl der Eingangswelle des Getriebes kleiner einer weiteren applizierbaren Schwelle ist.

Trifft eine dieser Bedingungen nicht zu, wird die mit der Applikation nicht begonnen.

## 2. Zur zweiten Ausführungsform der Erfindung

Während die erste Ausführungsform der Erfindung die Adaption der Kupplungskennlinie im Bereich geringerer Kupplungsmomente beschreibt, zeigt die im folgenden beschriebene Ausführungsform die Adaption der Kupplungskennlinie im Bereich mittlerer bis hoher Momente unter Verwendung eines mit der Eingangswelle des Getriebes verbundenen elektrischen Generators.

Zu der zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt die schon beschriebene Fig. 1b den grundsätzlichen Aufbau des Antriebsstrangs eines Fahrzeugs. Wie schon beschrieben verfügt der elektrische Generator 17 über eine elektronische

Steuerung 16, die zumindest die Last des Generators und damit das Drehmoment, das an der Eingangswelle des Getriebes 12 abgenommen wird, beeinflussen kann. Zur Erhöhung der Last kann z. B. die Erregung erhöht werden, woraufhin der elektrische Generator 17 mehr elektrische Energie als zuvor abgibt. Diese erhöhte elektrische Energie kann z. B. zum Laden der Fahrzeugbatterie benutzt werden oder im Wechselrichter in Wärme umgewandelt werden. Weiterhin wird in der Fig. 1b der Fahrzeugmotor 10 von einer elektronischen Steuerung 18 gesteuert, die das Drehmoment des Motors vorgeben kann. Diese Steuerung kann ein Signal ( $md\_ma\_delta$ ) von der Kupplungssteuerung empfangen und daraufhin das vom Motor abgegebene Drehmoment erhöhen. Darüber hinaus sind Einrichtungen oder Verfahren zur Erfassung des vom Fahrzeugmotor abgegebenen Drehmoments  $md\_ma$  vorgesehen. Solche Verfahren sind bekannt und werden in der Regel die in den Motor einströmenden Massen an Luft und Kraftstoff sowie weitere in der Motorsteuerung bekannte Größen (z. B. Zündwinkel beim Ottomotor, Abgasrückführung beim Dieselmotor) aus.

Der Ablauf der Adaption wird anhand der Fig. 5 dargestellt.

## 2a) Adaption der Kupplungskennlinie

Die Ermittlung der Kupplungskennlinie erfolgt vorteilhafterweise in Situationen, wo einerseits das vom Fahrzeugmotor 10 abgegebene Drehmoment  $md\_ma$  relativ genau bekannt ist und andererseits ein kurzfristiger geringer Schlupf der Kupplung 11 nicht besonders störend ist. Dies geschieht in dem nach dem Startschritt 51 abzuarbeitenden Schritt 52 der Fig. 5.

Solche Situationen liegen in der Regel im normalen Fahrbetrieb mit nur geringer Dynamik in der Momentenforderung an den Fahrzeugmotor vor. Voraussetzung ist in jedem Fall eine geschlossene Kupplung. Die Adaption der Kupplungskennlinie darf also insbesondere beim Anfahren mit schleifender Kupplung und während einer Schaltung nicht erfolgen. Eine vertiefte Diskussion der Situationen, in denen die Kupplungskennlinie werden kann, erfolgt im folgenden Abschnitt 2c.

Zu Beginn einer Adaption der Kupplungskennlinie liegt eine Situation vor, wo im Getriebe 12 ein Gang eingelegt ist und die Kupplung 11 geschlossen ist. Das Drehmoment  $md\_ma$  des Fahrzeugmotors 10 wird über die Kupplung 11 an den elektrischen Generator 17 und über das Getriebe 12 an die Antriebsräder 13 übertragen. Während der Adaption überträgt die Kupplungssteuerung 14 Signale an die Generatorsteuerung 17 und an die Motorsteuerung 18. An die Motorsteuerung 18 wird ein Signal  $md\_ma\_delta$  zur Erhöhung des Drehmoments übertragen, welches den Motor 10 veranlaßt, ein um diesen Betrag erhöhtes Drehmoment abzugeben. Besonders vorteilhaft ist es, diese Momentenerhöhung  $md\_ma\_delta$  langsam mit einer steigenden Rampe ausgehend vom Wert Null zu steigern.

An die Generatorsteuerung 17 wird gleichzeitig ein Signal  $md\_gen\_delta$  übertragen, welches den Generator 17 veranlaßt, mehr Drehmoment aufzunehmen. Hierzu kann z. B. die Erregung erhöht werden, woraufhin der elektrische Generator 17 mehr elektrische Energie als zuvor abgibt. Diese erhöhte elektrische Energie kann, wie schon erwähnt, zum Laden der Fahrzeugbatterie benutzt werden oder im Wechselrichter in Wärme umgewandelt werden.

Besonders vorteilhaft ist es, die Momentenaufnahme des elektrischen Generators 17 im gleichen Maße zu erhöhen wie das vom Motor abgegebene Drehmoment ansteigt ( $md\_gen\_delta = md\_ma\_delta$ ). In diesem Fall ändert sich das auf die Antriebsräder 13 wirkende Drehmoment nicht,

wodurch gewährleistet ist, daß sich die Beschleunigung des Fahrzeugs durch die Adaption nicht ändert.

Zu Beginn der Adaption der Kupplungskennlinie weist die Kupplungssteuerung 14 das Stellglied 15 an, die Kupplung 11 so einzustellen, daß das gerade vom Fahrzeugmotor 10 abgegebene Drehmoment bei  $md\_ma\_delta = 0$  mit einer gewissen Sicherheitsreserve (von beispielsweise etwa 15%) übertragen werden kann (Schritt 53). Hierzu werden die letzten gespeicherten Werte der Kupplungskennlinie verwandt. Während der Adaption hält die Kupplungssteuerung 14 die Position des Stellglieds 15 und somit das von der Kupplung 11 übertragbare Drehmoment fest (Schritt 54). Sobald das vom Fahrzeugmotor 10 abgegebene und vom elektrischen Generator 17 sowie den Antriebsrädern 13 aufgenommene Drehmoment das von der Kupplung übertragbare Drehmoment übersteigt, tritt Schlupf an der Kupplung 11 auf. Verfahren zur Detektion des Schlupfes werden unten im folgenden Abschnitt 2b beschrieben.

Sobald im Schritt 55 ein Kupplungsschlupf detektiert wurde, kann ausgehend von der aktuellen Position des Stellglieds 15 und dem vom Fahrzeugmotor 10 abgegebenen Drehmoment  $md\_ma$  die Kupplungskennlinie modifiziert werden (Schritt 56).

In einer Ausgestaltung der Erfindung wird die Kupplungskennlinie mit einem Faktor multipliziert, der der Abweichung zwischen dem aktuell vom Fahrzeugmotor 10 abgegebenen Drehmoment und dem für die aktuelle Kupplungsposition gespeicherten übertragbaren Drehmoment entspricht. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung können auch nur einzelne Punkte auf der Kupplungskennlinie, die in der Nähe des aktuell vom Fahrzeugmotor 10 abgegebenen Drehmoment liegen, entsprechend modifiziert werden.

## 2b) Detektion von Kupplungsschlupf

Zur Erkennung von Kupplungsschlupf gibt es mehrere Möglichkeiten, die im Schritt 55 dargestellt sind:

### 1. Möglichkeit zur Erkennung des Kupplungsschlupfes:

Es kann geprüft werden, ob der Betrag der Differenz zwischen der Drehzahl  $n\_gen$  des elektrischen Generators 17 und der Drehzahl  $n\_m$  des Fahrzeugmotors 10, dividiert durch die Übersetzung  $u\_gen$  des elektrischen Generators 17, größer ist als eine applizierbare Schwelle.

$$|n\_m - (n\_gen/u\_gen)| > Schwelle1 \quad ?$$

### 2. Möglichkeit zur Erkennung des Kupplungsschlupfes:

Verfügt das Fahrzeug über eine Vorrichtung zur Erfassung der Drehzahl  $n\_ge$  der Eingangswelle des Getriebes 12 (die der Kupplungsausgangsdrehzahl entspricht), kann alternativ auch geprüft werden, ob der Betrag der Differenz zwischen der Drehzahl  $n\_m$  des Fahrzeugmotors 10 und der Drehzahl  $n\_ge$  der Eingangswelle des Getriebes größer ist als eine applizierbare Schwelle1.

$$(n\_m - n\_ge) > Schwelle1 \quad ?$$

### 3. Möglichkeit zur Erkennung des Kupplungsschlupfes:

Da zu Beginn der Adaption der Fahrzeugmotor 10 durch die Last des elektrischen Generators 17 belastet ist, wird der Fahrzeugmotor 10 durch das Öffnen der

Kupplung 11 entlastet und seine Drehzahl  $n\_m$  steigt kurzfristig an. Deshalb kann auch die Bedingung, daß der Gradient  $d n\_m/dt$  der Drehzahl des Fahrzeugmotors 10 größer als eine applizierbare (positive) Schwelle4 ist, zur Detektion von Kupplungsschlupf herangezogen werden.

$$(dn\_m/dt > Schwelle2 > 0).$$

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist in der Fig. 6 zu sehen. Die 61, 62, 63 und 64 entsprechen dabei den in der Fig. 5 dargestellten Schritten 51, 52, 53 und 54. Gemäß dieser Variante wird beim Vorliegen der oben aufgeführten Bedingungen 1 bis 3 (einzeln oder in Kombination, Schritt 65) zunächst die Kupplungskennlinie noch nicht modifiziert, sondern die Zusatzmomente für den Fahrzeugmotor und den elektrischen Generator ( $md\_ma\_delta$  und  $md\_gen\_delta$ ) werden wieder reduziert (Schritt 66). Hierzu kann entweder die gleiche Rampe wie zum Erhöhen eingesetzt werden, wobei lediglich das Vorzeichen des Gradienten vertauscht wird. Besonders vorteilhaft ist es hier jedoch, die Steuerungen 14 und 16 des Fahrzeugmotors 10 und des elektrischen Generators 17 so anzusteuern, daß die zusätzlichen Momente schneller abgebaut werden als sie vorher aufgebaut wurden.

In dieser Variante wird die Kupplungskennlinie erst dann im Schritt 68 modifiziert, wenn im Schritt 67 erfaßt wurde, daß folgende Situationen (einzeln oder in Kombination) vorliegen:

- $|n\_m - (n\_gen/u\_gen)| < Schwelle1 \quad ?$
- $|n\_m - n\_ge| < Schwelle1 \quad ?$
- $dn\_m/dt < - Schwelle2 < 0$

Nach der Modifikation der Kupplungskennlinie im Schritt 68 wird das Stellglied wieder so eingestellt, daß die Kupplung das Drehmoment des Fahrzeugmotors sicher übertragen kann.

Nach dem Endschrift 57 bzw. 69 werden, je nach Ausführungsform, die Abläufe der Fig. 5 bzw. 6 erneut gestartet.

## 2c) Situationen, in denen die Kupplungskennlinie adaptiert werden kann

Für die Adaption der Kupplungskennlinie nach dem oben beschriebenen Verfahren muß einerseits das vom Fahrzeugmotor 10 abgegebene Drehmoment relativ genau bekannt sein und andererseits ein kurzfristig geringer Schlupf der Kupplung 11 akzeptabel sein. Zudem muß sowohl im Fahrzeugmotor als auch im Verbrennungsmotor noch eine Reserve zur Erhöhung des Drehmoments vorhanden sein.

- Situationen, die vor und während der Adaption vorliegen sollen:

Zwingend erforderlich ist, daß im Getriebe 12 ein Gang eingelegt ist. Weiterhin muß bei Beginn einer Adaption die Kupplung geschlossen sein. Optional kann gefordert werden, daß sich während der Adaption der Wunsch nach Antriebsmoment nicht stark ändert. Dies bedeutet, daß sich die Stellung des Fahrpedals nicht stark ändern darf oder, bei einem Fahrautomaten wie etwa ACC (Abstandsradar-System), sich dessen Momentenforderung nicht stark ändern darf. Sobald eine der oben genannten Bedingungen nicht mehr erfüllt ist, wird die Adaption der Kupplungskennlinie abgebrochen. Sobald eine Schaltung eingeleitet wird, muß die Adaption ebenfalls abgebrochen werden.

– Situationen, die vor Beginn der Adaption vorliegen sollen:

Zusätzlich ist es vorteilhaft, vor Beginn einer Adaption des Greifpunkts der Kupplung zu prüfen, ob

– der Betrag  $|\dot{n}_m|/dt$  des Gradienten der Drehzahl des Fahrzeugmotors kleiner einer applizierbaren Schwelle ist und/oder

– der Betrag  $|\dot{n}_m|/dt$  des Gradienten der Drehzahl des elektrischen Generators kleiner einer weiteren applizierbaren Schwelle ist und/oder

– der Betrag  $|\dot{n}_m|/dt$  des Gradienten der Drehzahl der Eingangswelle des Getriebes kleiner einer weiteren applizierbaren Schwelle ist und/oder

– das vom Fahrzeugmotor abgegebene Drehmoment  $m_{d\_ma}$  um mindestens einen Faktor (von der Größe her etwa 25%) unterhalb des bei der aktuellen Drehzahl maximal erreichbaren Drehmoments liegt.

Trifft eine dieser Bedingungen nicht zu, wird mit der Applikation nicht begonnen.

### 3. Zur dritten Ausführungsform der Erfindung

Die erste Ausführungsform bzw. zweite Ausführungsform der Erfindung beschreibt die Adaption der Kupplungskennlinie im Bereich geringerer bzw. mittlerer bis hoher Momente im Normalfahrbetrieb des Fahrzeugs. Die dritte Ausführungsform der Erfindung betrifft dagegen die Inbetriebnahme einer automatischen Kupplung bei Kraftfahrzeugen unter Verwendung eines mit dem Getriebeeingang verbundenen Nebenaggregats. Insbesondere zeigt diese Ausgestaltung eine Möglichkeit, für jedes Fahrzeug mit einem getriebeseitig angebrachten Startergenerator eine individuelle Kupplungskennlinie bei der Inbetriebnahme und im Servicefall aufzunehmen. Die genaue Kenntnis der Kennlinie, die den Zusammenhang zwischen der Einstellung des Stellglieds 15 und dem von der Kupplung 11 übertragbaren Moment wiedergibt, ist wichtig für eine präzise und komfortable Kupplungsansteuerung. Zur Adaption dieser Kennlinie sind mehrere Verfahren bekannt. Dabei wird immer eine für diesen Typ von Kupplungen charakteristische Kupplungskennlinie im Steuergeräteprogramm hinterlegt bzw. gespeichert und durch Addition und Multiplikation mit Parametern, die sich durch eine Adaption ermitteln lassen, angepaßt.

Die dritte Ausführungsform beschreibt, wie die oben definierte Kupplungskennlinie unter Zuhilfenahme eines steuerbaren elektrischen Generators bzw. Starter-Generators auf der Eingangswelle des Getriebes ermittelt werden kann. Voraussetzung ist, daß der Fahrzeugmotor mit einer elektronischen Steuerung, die das vom Motor abgegebene Moment oder die Drehzahl steuert, ausgerüstet ist. Den grundsätzlichen Aufbau der dritten Ausführungsform zeigt die Fig. 1c mit den schon beschriebenen Elementen.

#### 3a) Ermittlung der Kupplungskennlinie

Für die Ermittlung der Kupplungskennlinie wird eine Sequenz von Befehlen ausgelöst, die von einem an eine Kommunikationsleitung angeschlossenen (nicht in der Fig. 1c dargestellten) Diagnosegerät kommen. Als erstes wird das Getriebe in die Neutralstellung gebracht und das Programm der (nicht in der Fig. 1c dargestellten) Getriebesteuerung wird dort elektronisch verriegelt. Diese Verriegelung wird erst nach Abschluß der Ermittlung der Kennlinie wieder aufgehoben, so daß alle weiteren Maßnahmen in der Neutralstellung des Getriebes gemacht werden.

Der Verbrennungsmotor 10 muß zu Beginn laufen und

wird durch seinen Leerlaufregler während des ganzen Vorgangs am Laufen gehalten. In den im folgenden beschriebenen drei Phasen, die in der Fig. 9 dargestellt sind, werden die Werte für die zu übertragenden Momente über den Weg des Ausrücklagers der Kupplung ermittelt. Diese entsprechen den drei Momentenbereichen. Der erste Bereich und damit die erste Phase ist dadurch gekennzeichnet, daß fast kein oder nur ein sehr geringes Moment übertragen wird. Hier wird im wesentlichen der Punkt (weg) gesucht, bei dem die Kupplung überhaupt anfängt Moment zu übertragen. Dieser Wert wird Greifpunkt genannt. In der zweiten Phase werden die Werte für den Weg bestimmt, die relativ niedrigen Momenten entsprechen. In der dritten Phase werden hohe Momente und Wege ermittelt. Die Positionen die sehr hohen Momenten entsprechen, werden nur mit Hilfe von Erfahrungswerten aus den bekannten Werten interpoliert.

#### Phase 1

Als erstes wird der Greifpunkt ermittelt. Dazu wird die Kupplung 11 maximal geöffnet. Der Motor 10 läuft bei einer fest vorgegebenen Drehzahl oder im Leerlauf, die Getriebeingangswelle wird durch den Generator 17 gestoppt. Der Generator 17 wird stromlos gemacht und die Kupplung 11 langsam in Richtung "Schließen" verfahren. Der Greifpunkt ist dann erreicht, wenn an der Getriebeingangswelle und oder am Generator eine Drehzahl ungleich Null detektiert wird. Die Kupplung 11 wird wieder geöffnet, die Getriebeingangswelle mit dem Generator 17 gestoppt und der Vorgang so mehrmals wiederholt. Der endgültige Wert für den Greifpunkt ist dann der Mittelwert aus den ermittelten Werten.

#### Phase 2

Die weiteren Werte der Kupplungskennlinie werden durch das Auftreten von Schlupf über der Kupplung 11 bei einem definierten Moment ermittelt. Die Kupplung 11 wird auf eine Wegposition (Sollposition) gefahren, bei der ein hohes Moment übertragen werden kann. Vom Verbrennungsmotor 10 wird eine definierte feste Drehzahl verlangt. Diese Drehzahl wird mit einem Drehzahlregler hoher Güte eingestellt. Mit dem Generator 17 an der Getriebeingangswelle wird ein Lastmoment eingestellt. Die Kupplung 11 wird langsam in Richtung "Öffnen" verfahren. Beim Auftreten von Schlupf ist gerade der Wert erreicht, den die Kupplung 11 in dieser Position übertragen kann. Da dieser Wert für den Weg am Ausrücklager mit einer Hysterese behaftet ist, wird ein zweiter Wert ermittelt, bei dem bei gleichem Moment der Schlupf wieder abgebaut wird. Die beiden Werte werden auf geeignete Weise gemittelt und als ein Stützpunkt der Kupplungskennlinie abgespeichert. Diese Prozedur wird mit verschiedenen Momenten durchlaufen, so daß hinreichend viele Stützstellen im mittleren Momentenbereich ermittelt werden. Dabei wird darauf geachtet, daß diese Ermittlung bei einer konstanten Kupplungstemperatur gemacht werden. Das wird unter anderem dadurch erreicht, daß nach einer Ermittlung mit hohem Momentenwert eine mit einem niedrigen folgt.

#### Erkennung von Schlupf

Wie schon erwähnt gibt es zur Erkennung von Kupplungsschlupf mehrere Verfahren:

– Es kann geprüft werden, ob der Betrag der Differenz zwischen der Drehzahl des elektrischen Generators und der Drehzahl des Fahrzeugmotors, dividiert durch die

Übersetzung des elektrischen Generators, größer ist als eine applizierbare Schwelle.

$(\ln_m - (n_{\text{gen}}/u_{\text{gen}})) > \text{Schwelle1 ?}$

– Verfügt das Fahrzeug über eine Vorrichtung zur Erfassung der Drehzahl der Eingangswelle des Getriebes, kann alternativ auch geprüft werden, ob der Betrag der Differenz zwischen der Drehzahl des Fahrzeugmotors und der Drehzahl der Eingangswelle des Getriebes größer ist als eine applizierbare Schwelle1.

$(\ln_m - n_{\text{ge}} > \text{Schwelle1 ?})$

– Es kann auch die Bedingung, daß der Gradient der Drehzahl des Fahrzeugmotors größer als eine applizierbare (positive) Schwelle2 ist, zur Detektion von Kupplungsschlupf herangezogen werden, da beim Öffnen der Kupplung der Motor entlastet wird, wenn Schlupf auftritt und er beschleunigt.

$(d n_m/dt > \text{Schwelle2} > 0)$

#### Phase 3

Mit der Methode der Phase 2 lassen sich nur solche Kupplungsmomente ermitteln, die vom Generator 17 auch erzeugt werden können. Die höheren Momentenwerte werden in der Phase drei ermittelt. Hier wird der Gradient der Drehzahl bei bekannter Massenträgheit verwendet, um das Moment zu bestimmen. Dabei wird wie folgt vorgegangen:

Der Verbrennungsmotor 10 wird auf eine erhöhte Drehzahl (ca. 3500 1/min) geregelt. Die Kupplung 11 ist offen, die Getriebeeingangswelle mit Hilfe des Generators 17 gestoppt. Das Kupplungsausrücklager wird schnell auf eine Sollposition, die einem hohen Moment entsprechen müßte, gefahren. Dabei kann vom Generator 17 ein definiertes Lastmoment gefordert werden. Wenn die Kupplung 11 ihre Sollposition erreicht hat, wird der Gradient der Drehzahl ermittelt und mit Hilfe des bekannten Massenträgheitsmoments das Moment ermittelt, das für diese Beschleunigung nötig war. Dieses Beschleunigungsmoment und das Lastmoment des Generators 17 bilden zusammen den Wert des Momentes welches bei der gegebenen Position des Ausrücklagers von der Kupplung 11 übertragen werden konnte. Dieses Wertepaar bildet eine weitere Stützstelle der Kupplungskennlinie. Diese Messung wird wiederholt.

Mit den oben beschriebenen Methoden läßt sich die gesamte Kupplungskennlinie, die in der Fig. 9 beispielhaft dargestellt ist, aufnehmen. Dabei ist es unerheblich, ob die Aufbereitung der Meßdaten direkt im Kupplungssteuergerät 14 erfolgt oder ob sie im angeschlossenen Diagnosegerät verarbeitet werden und dann nachträglich als fertige Kennlinie wieder in das Kupplungssteuergerät 14 zurückgeschrieben werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung des Greifpunktes einer im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs zusammen mit einem Fahrzeugmotor (10) und einem Getriebe (12) angeordneten und eine Eingangs- und Ausgangswelle aufweisenden steuerbaren Servokupplung (11), wobei durch die Ausgangswelle der Servokupplung ein steuerbares Nebenaggregat (17), insbesondere ein elektrischer Generator, angetrieben wird und eine die Dreh-

zahl der Ausgangswelle repräsentierende Drehzahlgröße ( $n_{\text{ge}}$ ,  $n_{\text{gen}}$ ) erfaßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß

- ein vorgebbare oder vorgegebener Betriebszustand des Antriebsstrangs erfaßt oder eingestellt wird,
- das Nebenaggregat (17) und die Servokupplung (11) in Reaktion auf die Erfassung oder Einstellung des Betriebszustandes in vorgebbare oder vorgegebene Weise angesteuert werden, und
- während dieser Ansteuerung wenigstens abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße ( $n_{\text{ge}}$ ,  $n_{\text{gen}}$ ) der Greifpunkt ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare oder vorgegebene Betriebszustand dann erfaßt wird, wenn sich das Getriebe (12) in seiner Neutralstellung befindet und die Kupplung (11) geschlossen ist, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß ein vorgebbare oder vorgegebener Betriebszustand des Antriebsstrangs dann erfaßt wird, wenn weiterhin wenigstens eine der Bedingungen

- Stillstand des Fahrzeugs,
  - Betätigung der Betriebs- und/oder Feststellbremse,
  - keine Antriebsforderung,
- erfaßt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare oder vorgegebene Betriebszustand dann erfaßt wird, wenn sich das Getriebe (12) in einer Fahrstufe (keine Neutralstellung) befindet und die Kupplung (11) geschlossen ist, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß ein vorgebbare oder vorgegebener Betriebszustand des Antriebsstrangs dann erfaßt wird, wenn weiterhin wenigstens erfaßt wird, daß eine im wesentlichen konstante Antriebsforderung vorliegt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

- eine Ausgangsdrehzahl des Fahrzeugmotors (10) repräsentierende Motordrehzahlgröße ( $n_m$ ) und/oder
- eine das Ausgangsdrehmoment des Fahrzeugmotors (10) repräsentierende Motormomentengröße ( $md_{\text{ma}}$ ) erfaßt wird, und
- der vorgebbare oder vorgegebene Betriebszustand dann erfaßt wird, wenn
- die zeitliche Änderung der Motordrehzahlgröße ( $n_m$ ), insbesondere der Betrag der zeitlichen Änderung, kleiner als ein vorgegebener oder vorgebbare erster Schwellenwert ist und/oder
- die zeitliche Änderung der Drehzahlgröße ( $n_{\text{ge}}$ ,  $n_{\text{gen}}$ ), insbesondere der Betrag der zeitlichen Änderung, kleiner als ein vorgegebener oder vorgebbare zweiter Schwellenwert ist und/oder
- die Motormomentengröße ( $md_{\text{ma}}$ ) kleiner als die momentan maximal erreichbare Motorausgangsmoment ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung des Greifpunktes beendet wird, wenn der vorgebbare oder vorgegebene Betriebszustand des Antriebsstrangs nicht mehr erfaßt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Reaktion auf die Erfassung des Betriebszustandes

- das Nebenaggregat (17) derart angesteuert wird, daß die Ausgangswelle der Servokupplung (11) in vorgebbare oder vorgegebene Weise, insbesondere mit einem geringen Drehmoment, belastet wird und



- die Servokupplung (11) im Sinne eines Öffnens angesteuert wird und
  - während des Öffnens der Kupplung abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ) der Greifpunkt ermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß während des Öffnens der Kupplung (11) der Greifpunkt abhängig von der Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ) und/oder abhängig von der zeitlichen Änderung ( $d n_{ge}/dt$ ,  $d n_{gen}/dt$ ) der Drehzahlgröße und/oder abhängig von einer ermittelten, den Kupplungsschlupf repräsentierenden Schlupfgröße [ $n_m - n_{ge}$ ,  $n_m - (n_{gen}/u_{gen})$ ] und/oder abhängig von einer die Ausgangsdrehzahl des Fahrzeugmotors (10) repräsentierenden Motordrehzahlgröße ( $n_m$ ) und/oder abhängig von einer das Ausgangsdrehmoment des Fahrzeugmotors (10) repräsentierenden Motormomentengröße ( $md_{ma}$ ) ermittelt wird, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß der Greifpunkt dann ermittelt wird, wenn
- die zeitliche Änderung ( $d n_{ge}/dt$ ,  $d n_{gen}/dt$ ) der Drehzahlgröße einen vorgegebener oder vorgegebbarer dritten Schwellenwert unterschreitet, und/oder
  - die Schlupfgröße einen vorgegebener oder vorgegebbarer vierten Schwellenwert überschreitet und/oder
  - die zeitliche Änderung ( $d n_m/dt$ ) der Motordrehzahlgröße ( $n_m$ ) einen vorgegebener oder vorgegebbarer vierten Schwellenwert überschreitet und/oder
  - die zeitliche Änderung der Motormomentengröße ( $md_{ma}$ ) einen vorgegebener oder vorgegebbarer fünften Schwellenwert überschreitet.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß
- während des Öffnens der Kupplung ein erster Wert für den Greifpunkt ermittelt wird und
  - anschließend ein Schließen der Kupplung stattfindet und während des Schließens der Kupplung abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ) ein zweiter Wert für den Greifpunkt ermittelt wird und
  - der Greifpunkt aus den ersten und zweiten Wert ermittelt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Reaktion auf die Erfassung des Betriebszustandes weiterhin der Fahrzeugmotor (10) in vorgegebbarer oder vorgegebenen Weise angesteuert wird, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß in Reaktion auf die Erfassung des Betriebszustandes
- die Servokupplung (11) derart angesteuert werden, daß sie das momentan vorliegende Ausgangsmoment ( $md_{ma}$ ) des Fahrzeugmotors, insbesondere mit einer vorgebbaren Sicherheitsreserve, überträgt,
  - das Ausgangsmoment ( $md_{ma}$ ) des Fahrzeugmotors, insbesondere rampenförmig, erhöht wird, und/oder
  - das Nebenaggregat (17) im Sinne einer erhöhten Drehmomentaufnahme, insbesondere abhängig von der Erhöhung des Ausgangsmoments ( $md_{ma}$ ) des Fahrzeugmotors, angesteuert wird und
  - während der Erhöhung des Ausgangsmoments ( $md_{ma}$ ) des Fahrzeugmotors abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ) der Greifpunkt ermittelt wird, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß der Kupplungsschlupf erfaßt wird und

- abhängig von dem erfaßten Kupplungsschlupf der Greifpunkt ermittelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare oder vorgegebene Betriebszustands derart eingestellt wird, daß
- das Getriebe (12) in seine Neutralstellung geschaltet wird,
  - das Nebenaggregat (17) derart angesteuert wird, daß es ein vorgegebenes oder vorgebbares Drehmoment aufnimmt, die Kupplung (11) zunächst vollständig geöffnet ist und anschließend im Sinne eines Schließens angesteuert wird und
  - während des Schließens der Kupplung abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ) der Greifpunkt ermittelt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare oder vorgegebene Betriebszustands derart eingestellt wird, daß
- das Getriebe (12) in seine Neutralstellung geschaltet wird,
  - am Fahrzeugmotor eine vorgegebene oder vorgebbare Ausgangsdrehzahl eingestellt wird,
  - das Nebenaggregat (17) derart angesteuert wird, daß es ein vorgegebenes oder vorgebbares Drehmoment aufnimmt,
  - die Kupplung (11) zunächst zur Übertragung eines hohen Drehmoments geschlossen wird und anschließend im Sinne eines Öffnens angesteuert wird und
  - während des Öffnens der Kupplung abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ) der Greifpunkt ermittelt wird, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß der Kupplungsschlupf erfaßt wird und abhängig von dem erfaßten Kupplungsschlupf der Greifpunkt ermittelt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß
- während des Öffnens der Kupplung abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ) ein erster Wert für Greifpunkt ermittelt wird und
  - anschließend die Kupplung (11) im Sinne eines Schließens angesteuert wird und während des Schließens der Kupplung abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ) ein zweiter Wert für Greifpunkt ermittelt wird und
  - der Greifpunkt aus den ersten und zweiten Wert ermittelt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare oder vorgegebene Betriebszustands derart eingestellt wird, daß
- das Getriebe (12) in seine Neutralstellung geschaltet wird,
  - das Nebenaggregat (17) derart angesteuert wird, daß es ein vorgegebenes oder vorgebbares Drehmoment aufnimmt,
  - am Fahrzeugmotor eine vorgegebene oder vorgebbare Ausgangsdrehzahl eingestellt wird,
  - die Kupplung (11) zunächst vollständig geöffnet ist und anschließend im Sinne eines Schließens angesteuert wird, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß die Kupplung eine vorgegebene oder vorgebbare Sollposition einnimmt, und
  - während des Schließens der Kupplung abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ), insbesondere abhängig von der zeitlichen Änderung der Drehzahl, der Greifpunkt ermittelt wird.
14. Vorrichtung zur Ermittlung des Greifpunktes einer

im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs zusammen mit einem Fahrzeugmotor (10) und einem Getriebe (12) angeordneten und eine Eingangs- und Ausgangswelle aufweisenden steuerbaren Servokupplung (11), wobei durch die Ausgangswelle der Servokupplung ein steuerbares Nebenaggregat (17), insbesondere ein elektrischer Generator, angetrieben wird und eine die Drehzahl der Ausgangswelle repräsentierende Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ) erfaßt wird, dadurch gekennzeichnet,

daß Mittel (14, 16) vorgesehen sind, mittels

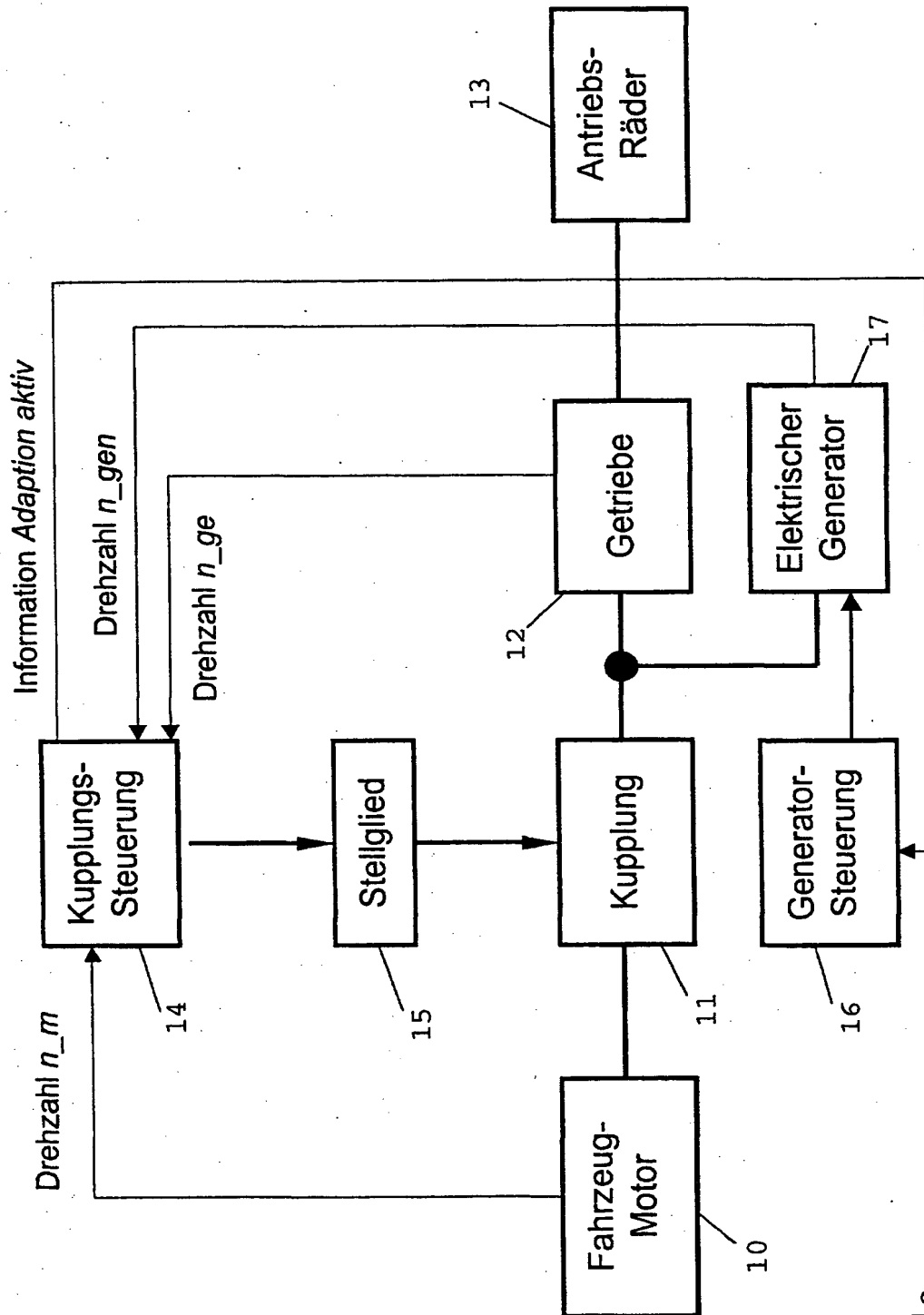
- ein vorgebbarer oder vorgegebener Betriebszustand des Antriebsstrangs erfaßt oder eingestellt wird,
- das Nebenaggregat (17) und die Servokupplung (11) in Reaktion auf die Erfassung oder Einstellung des Betriebszustandes in vorgebbarer oder vorgegebenen Weise angesteuert werden, und
- während dieser Ansteuerung wenigstens abhängig von der erfaßten Drehzahlgröße ( $n_{ge}$ ,  $n_{gen}$ ) der Greifpunkt ermittelt wird.

---

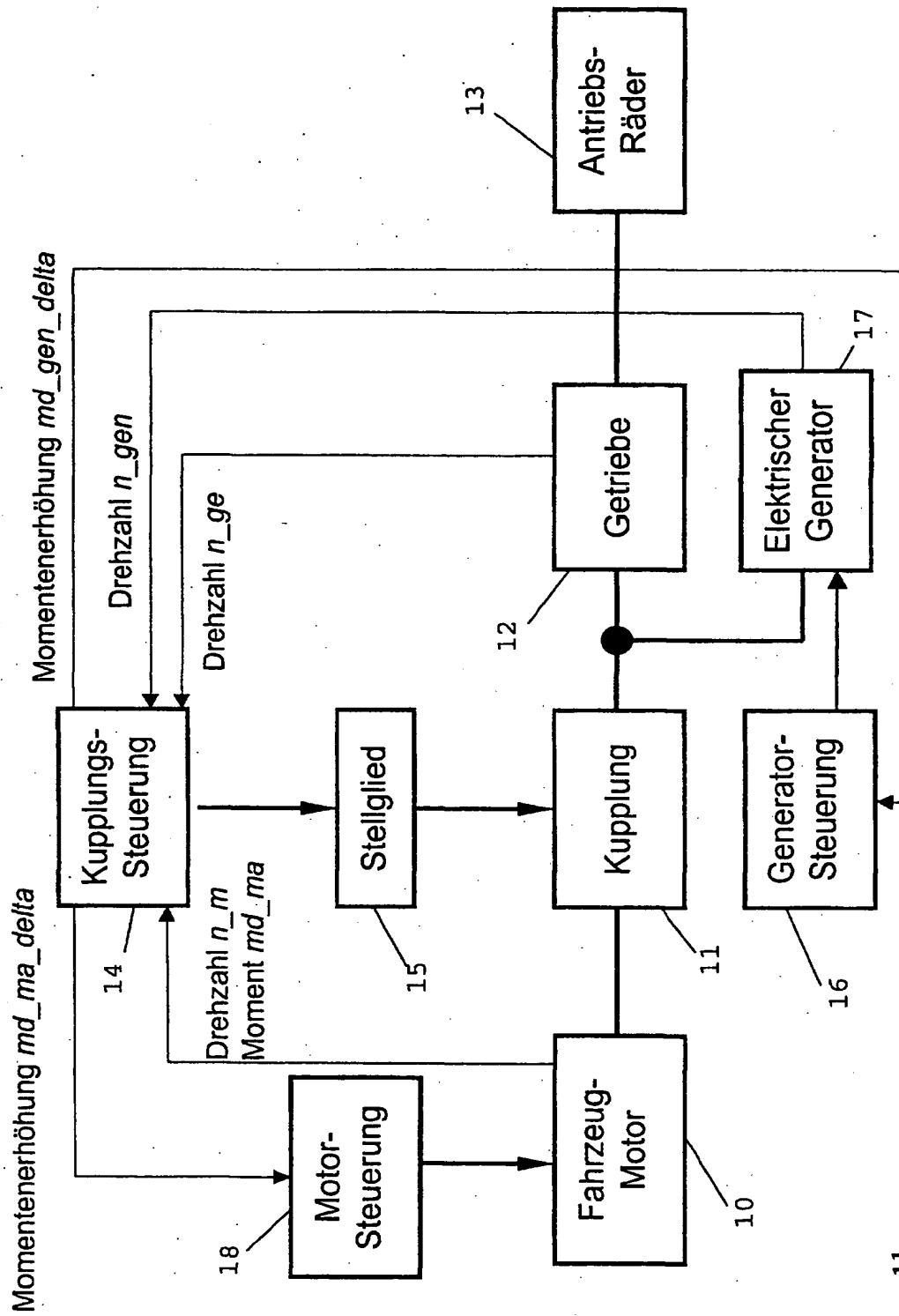
Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

---

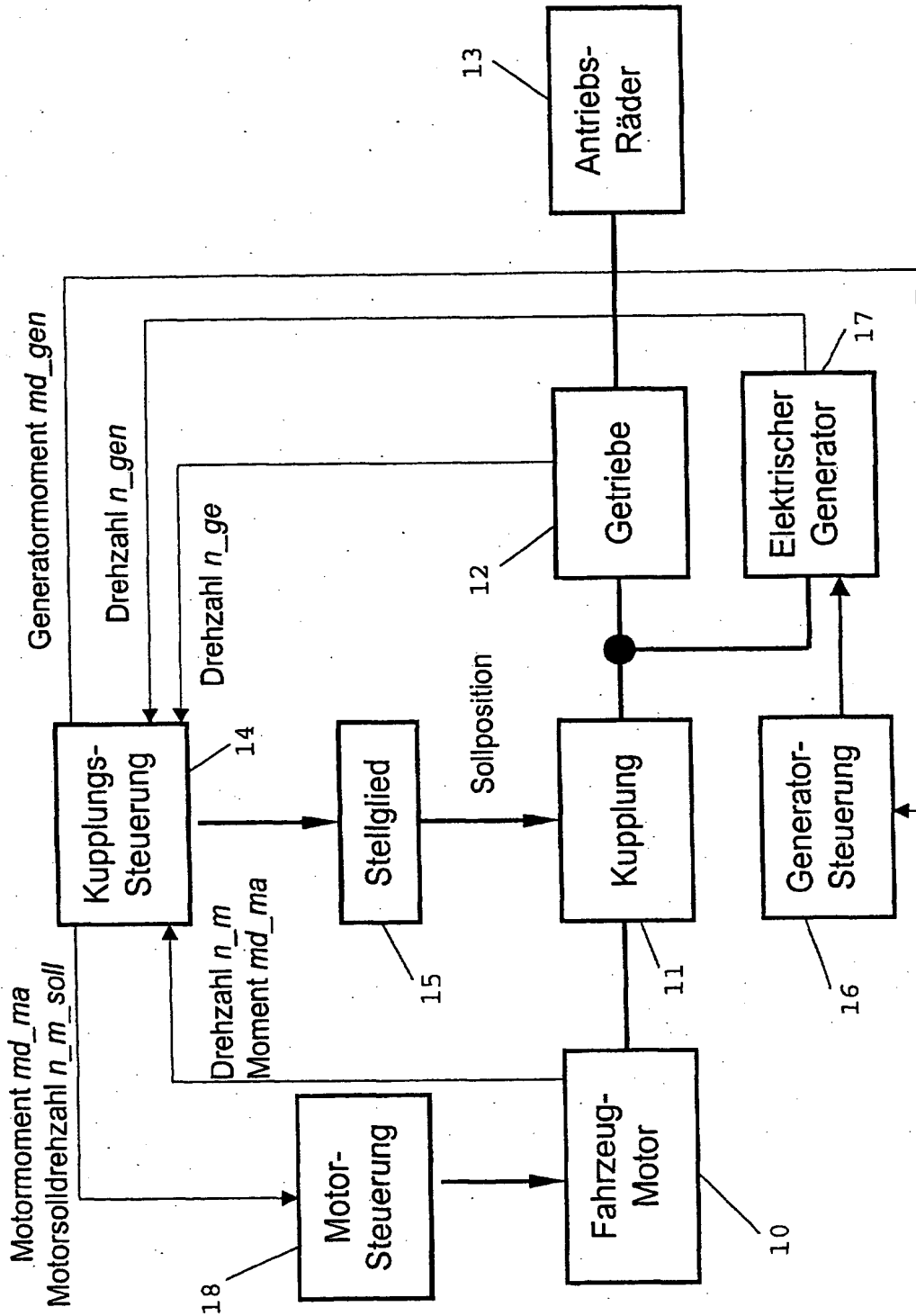
- Leerseite -



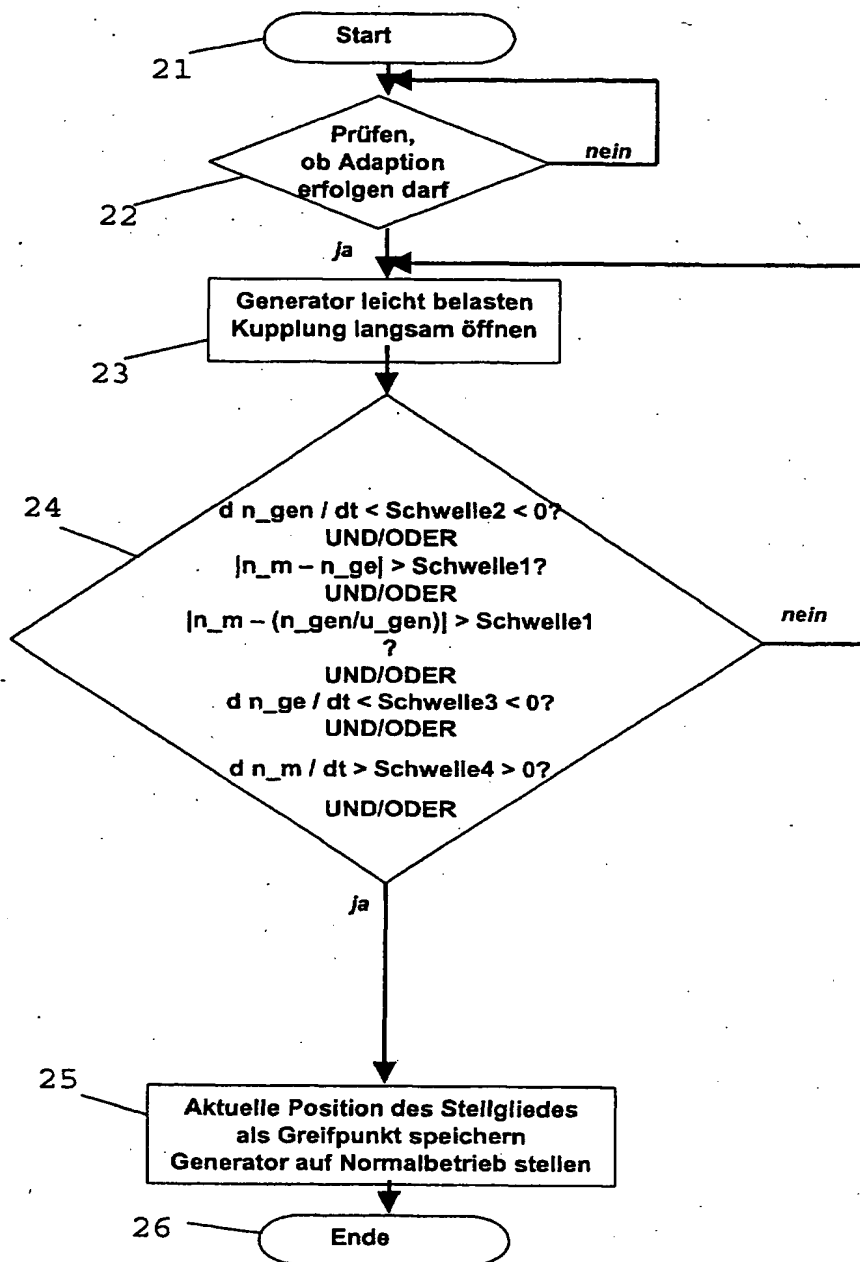
Figur 1a



Figur 1b

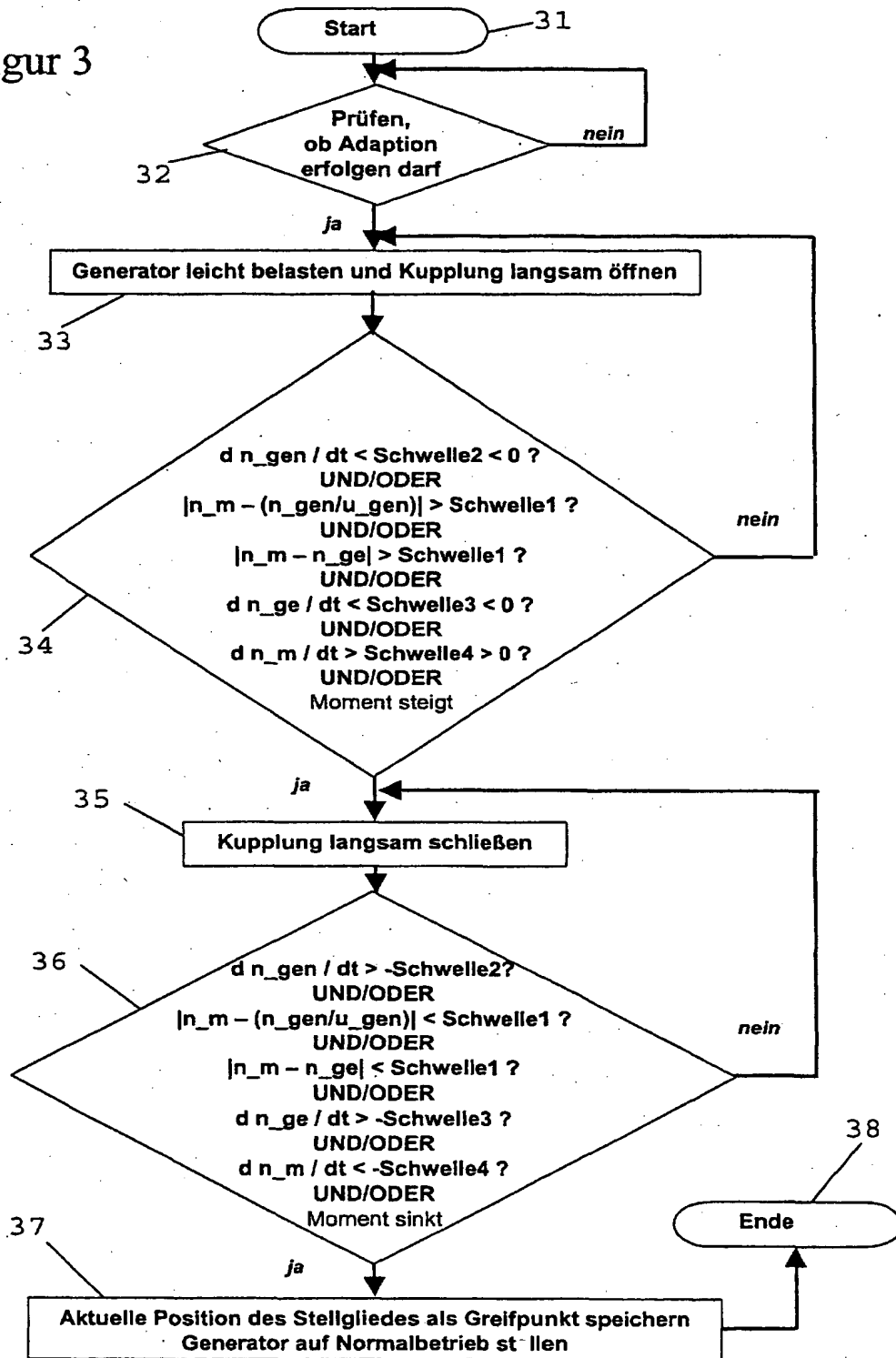


Figur 1c

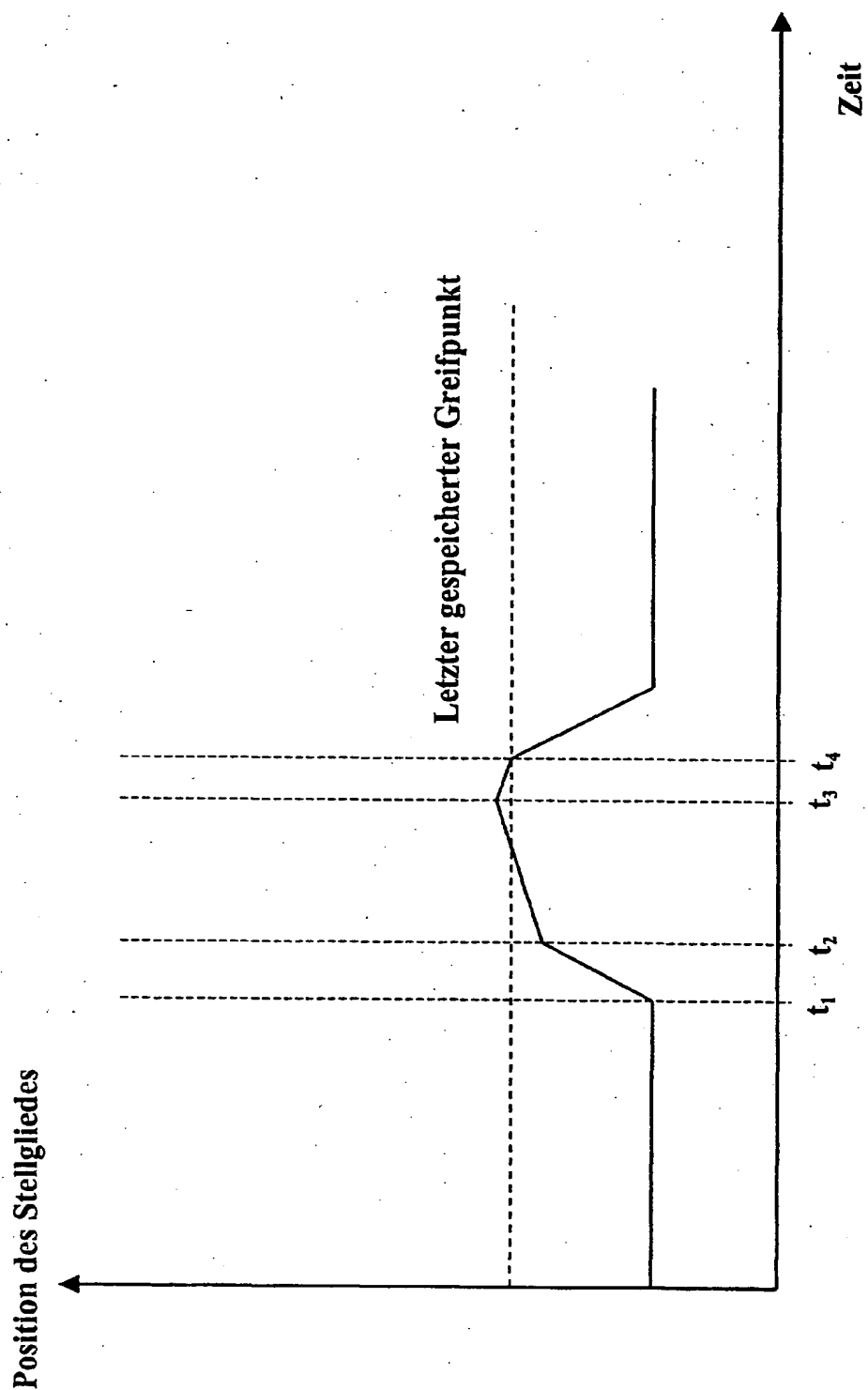


Figur 2

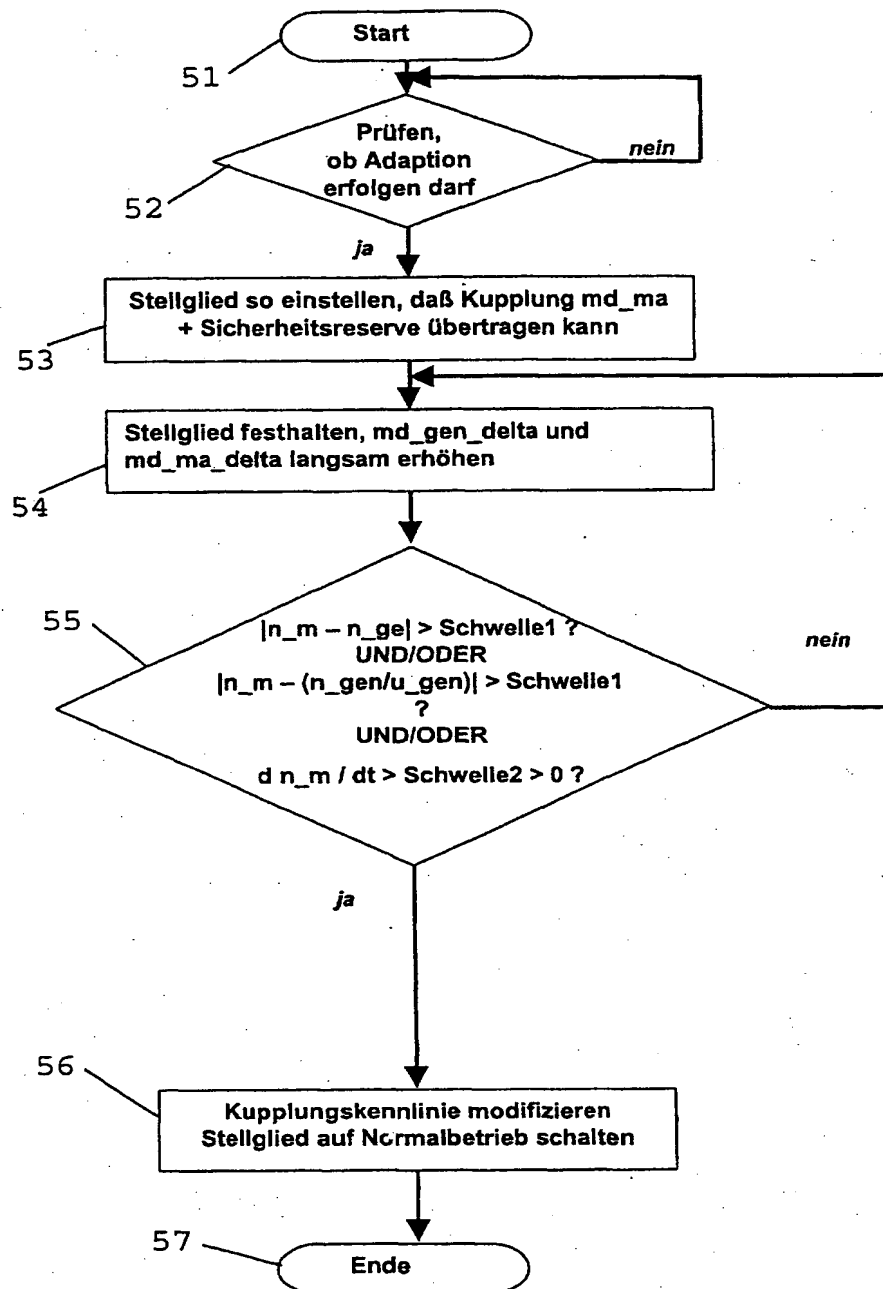
Figur 3



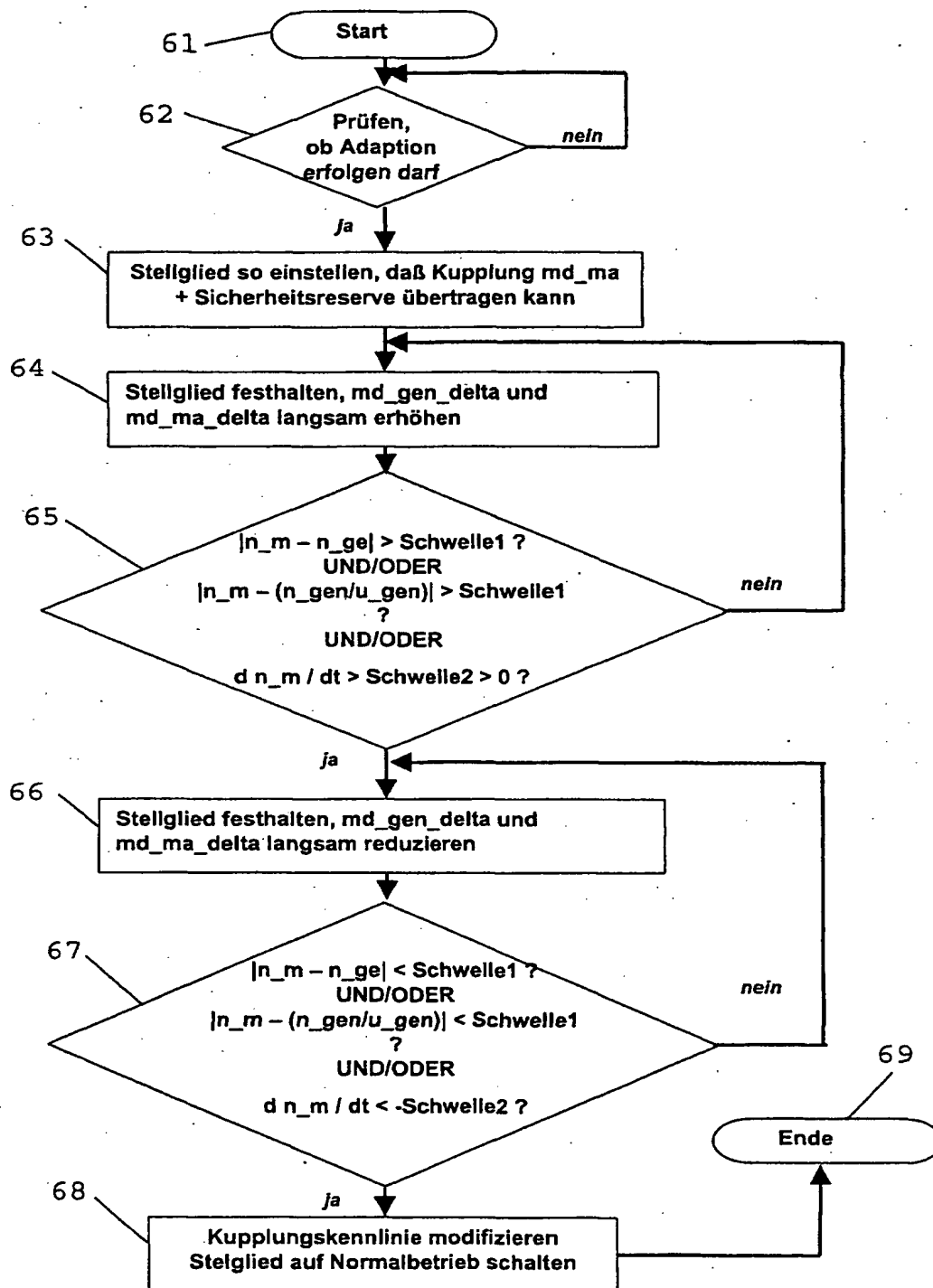




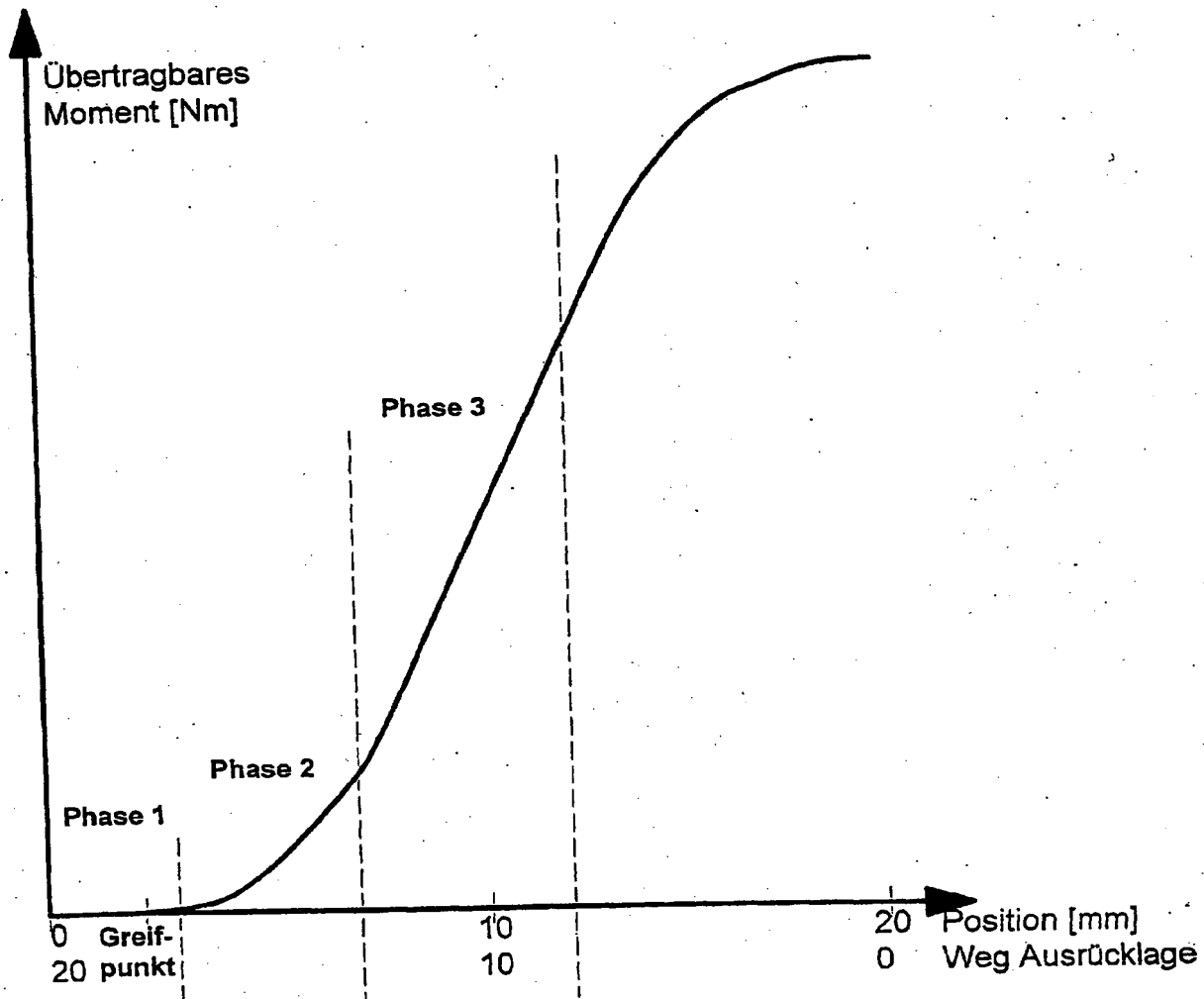
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7